

PATENT

Docket No. 12699/5

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS: Keiji KAITA, et al.  
SERIAL NO. : (Unassigned)  
FILED : (Herewith)  
FOR : HYBRID VEHICLE AND METHOD OF STARTING INTERNAL  
COMBUSTION ENGINE MOUNTED ON HYBRID VEHICLE

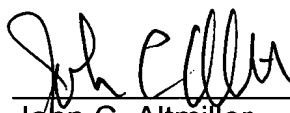
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P. O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

SIR:

The Convention Priority Date of Japanese Patent Application No. 2003-143988 filed in Japan on 21 May 2003, was claimed in the Declaration/Power of Attorney filed herewith. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
John C. Altmiller  
(Reg. No. 25,951)

Dated: 26 February 2004

KENYON & KENYON  
1500 K Street, N.W., Suite 700  
Washington, DC 20005-1257

Tel: (202) 220-4200  
Fax: (202) 220-4201

Translation of Priority Certificate

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : May 21, 2003

Application Number : Patent Application 2002-143988

Applicant(s) : TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

October 9, 2003

Commissioner, Patent Office YASUO IMAI

Priority Certificate No. 2003-3083559

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 5月21日

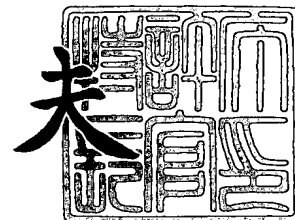
出願番号  
Application Number: 特願2003-143988  
[ST. 10/C]: [JP2003-143988]

出願人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2003年10月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3083559

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA202

【提出日】 平成15年 5月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02  
B60L 11/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 海田 啓司

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 木村 秋広

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 阿部 真一

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000017

【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

【代表者】 伊神 広行

【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104390

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハイブリッド自動車およびこれに搭載された内燃機関の始動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関からの動力と電動機からの動力とにより走行可能なハイブリッド自動車であって、

前記内燃機関をモータリング可能なモータリング手段と、

車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

運転者の要求する要求動力を判定する要求動力判定手段と、

前記内燃機関の運転を停止して前記電動機からの動力だけで走行している最中に該内燃機関の始動指示がなされたとき、前記運転状態検出手段により検出された車両の運転状態と前記要求動力判定手段により判定された要求動力とに基づく制御開始回転数で前記内燃機関が回転するよう前記モータリング手段を駆動制御し、該内燃機関の回転数が前記制御開始回転数に至ったときに該内燃機関における燃料噴射と点火とを含む該内燃機関の運転制御を開始する始動時制御手段と、を備えるハイブリッド自動車。

【請求項 2】 前記運転状態検出手段は、車両の車速を検出する手段である請求項 1 記載のハイブリッド自動車。

【請求項 3】 前記始動時制御手段は、前記検出された車速が大きいほど小さくなる傾向で前記制御開始回転数を設定する手段である請求項 2 記載のハイブリッド自動車。

【請求項 4】 前記始動時制御手段は、前記判定された要求動力が大きいほど小さくなる傾向で前記制御開始回転数を設定する手段である請求項 1 ないし 3 いずれか記載のハイブリッド自動車。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 いずれか記載のハイブリッド自動車であって、

前記内燃機関の出力軸と車軸に連結された駆動軸とに接続され、電力と動力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を該駆動軸に出力する電力動力入出力手段を備え、

前記モータリング手段は、前記電力動力入出力手段の駆動により前記内燃機関をモータリングする手段である

ハイブリッド自動車。

【請求項 6】 前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と第 3 の軸の 3 軸に接続され該 3 軸のうちのいずれか 2 軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 の軸に動力を入出力する発電機とを備える手段である請求項 5 記載のハイブリッド自動車。

【請求項 7】 前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸に取り付けられた第 1 の回転子と前記駆動軸に取り付けられた第 2 の回転子とを有し該第 1 の回転子と該第 2 の回転子との電磁作用による電力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を該駆動軸に出力する対回転子電動機である請求項 5 記載のハイブリッド自動車。

【請求項 8】 内燃機関からの動力を用いた走行と電動機からの動力だけによる走行とが可能で該内燃機関をモータリング可能なモータリング手段を備えるハイブリッド自動車において、前記内燃機関の運転を停止して前記電動機からの動力だけで走行している最中における該内燃機関の始動方法であって、

- (a) 車両の運転状態を検出し、
- (b) 運転者の要求する要求動力を判定し、
- (c) 前記検出した車両の運転状態と前記判定した要求動力とに基づいて制御開始回転数を設定し、
- (d) 該設定した制御開始回転数で前記内燃機関が回転するよう前記モータリング手段を駆動制御し、
- (e) 前記内燃機関の回転数が前記制御開始回転数に至ったときに該内燃機関における燃料噴射と点火とを含む該内燃機関の運転制御を開始する

ハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法。

【請求項 9】 請求項 8 記載のハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法であって、

前記ステップ (a) は、車両の車速を検出するステップであり、

前記ステップ(c)は、前記検出した車速が大きいほど小さくなる傾向に且つ前記判定した要求動力が大きいほど小さくなる傾向に前記制御開始回転数を設定するステップである

ハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハイブリッド自動車およびこれに搭載された内燃機関の始動方法に関し、詳しくは、内燃機関からの動力と電動機からの動力とにより走行可能なハイブリッド自動車およびこれに搭載された内燃機関の始動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のハイブリッド自動車としては、電動機からの動力だけで走行しているときに内燃機関を始動する際には、加速要求があるときには点火時期を進角させて内燃機関を始動し、加速要求がないときには点火時期を遅角させて内燃機関を始動するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。この自動車では、加速要求があるときには点火時期を進角させて内燃機関を始動することにより迅速な動力の出力を実現し、加速要求がないときには点火時期を遅角させて内燃機関を始動することにより内燃機関の始動の際の振動の抑制を図っている。

【0003】

【特許文献1】

特開 2 0 0 1 - 2 6 3 2 1 3 号公報（図3）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このように、電動機からの動力だけで走行するモードと内燃機関からの動力を用いて走行するモードとを切り替えて走行するハイブリッド自動車では、電動機からの動力だけで走行しているときに内燃機関を始動する際には、運転者の加速要求に対する迅速な対応と内燃機関の始動時に生じ得る振動の抑制に対する対応とが課題として考えられている。また、こうしたハイブリッド自動車では、内燃



機関の始動の際の対応だけでなく、内燃機関の運転を停止する際の対応についても同様な課題が考えられる。

#### 【 0 0 0 5 】

本発明のハイブリッド自動車およびこれに搭載された内燃機関の始動方法は、運転者の要求する要求動力に迅速に対応すると共に内燃機関の始動時に生じ得る振動を抑制することを目的の一つとする。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明のハイブリッド自動車およびこれに搭載された内燃機関の始動方法と運転停止方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採用した。

#### 【 0 0 0 7 】

本発明のハイブリッド自動車は、  
内燃機関からの動力と電動機からの動力とにより走行可能なハイブリッド自動車であって、  
前記内燃機関をモータリング可能なモータリング手段と、  
車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、  
運転者の要求する要求動力を判定する要求動力判定手段と、  
前記内燃機関の運転を停止して前記電動機からの動力だけで走行している最中に該内燃機関の始動指示がなされたとき、前記運転状態検出手段により検出された車両の運転状態と前記要求動力判定手段により判定された要求動力とに基づく制御開始回転数で前記内燃機関が回転するよう前記モータリング手段を駆動制御し、該内燃機関の回転数が前記制御開始回転数に至ったときに該内燃機関における燃料噴射と点火とを含む該内燃機関の運転制御を開始する始動時制御手段と、  
を備えることを要旨とする。

#### 【 0 0 0 8 】

この本発明のハイブリッド自動車では、内燃機関の運転を停止して電動機からの動力だけで走行している最中に内燃機関の始動指示がなされたときには、車両の運転状態と運転者が要求する要求動力とに基づく制御開始回転数で内燃機関が

回転するようモータリング手段を駆動制御し、内燃機関の回転数が制御開始回転数に至ったときに内燃機関における燃料噴射と点火とを含む内燃機関の運転制御を開始する。この結果、車両の運転状態と運転者が要求する要求動力とに基づいた制御開始回転数で内燃機関を始動することができる。制御開始回転数は内燃機関の運転制御を開始する条件となるから、内燃機関の運転制御を迅速に開始して内燃機関から動力を出力するには制御開始回転数を小さく設定することが好ましい。また、内燃機関の始動時に生じ得る振動は制御開始回転数が小さいほど大きくなる傾向があるから、振動を抑制するためには制御開始回転数を大きく設定することが好ましい。したがって、車両の運転状態と運転者が要求する要求動力とに基づく制御開始回転数で内燃機関の運転制御を開始することにより、運転者が要求する要求動力に迅速に対応すると共に内燃機関の始動時に生じ得る振動を抑制するものとすることができるのである。

#### 【0009】

こうした本発明のハイブリッド自動車において、前記運転状態検出手段は、車両の車速を検出する手段であるものとすることもできる。この態様の本発明の第1のハイブリッド自動車において、前記始動時制御手段は、前記検出された車速が大きいほど小さくなる傾向で前記制御開始回転数を設定する手段であるものとすることもできる。これは、車速が大きいほど振動に対する運転者の感度が低くなる傾向があることに基づく。

#### 【0010】

また、本発明のハイブリッド自動車において、前記始動時制御手段は、前記判定された要求動力が大きいほど小さくなる傾向で前記制御開始回転数を設定する手段であるものとすることもできる。これは、運転者の要求する要求動力が大きいときほど振動に対する運転者の感度が低くなる傾向があることと、要求動力が大きいときほど迅速に内燃機関を始動して動力を出力する必要があることに基づく。

#### 【0011】

本発明のハイブリッド自動車において、前記内燃機関の出力軸と車軸に連結された駆動軸とに接続され電力と動力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少

なくとも一部を該駆動軸に出力する電力動力入出力手段を備え、前記モータリング手段は前記電力動力入出力手段の駆動により前記内燃機関をモータリングする手段であるものとすることもできる。

#### 【0 0 1 2】

電力動力入出力手段を備える態様の本発明のハイブリッド自動車において、前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸と前記駆動軸と第 3 の軸の 3 軸に接続され該 3 軸のうちのいずれか 2 軸に入出力した動力に基づいて残余の軸に動力を入出力する 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 の軸に動力を入出力する発電機とを備える手段であるものとすることもできるし、前記電力動力入出力手段は、前記内燃機関の出力軸に取り付けられた第 1 の回転子と前記駆動軸に取り付けられた第 2 の回転子とを有し該第 1 の回転子と該第 2 の回転子との電磁作用による電力の入出力を伴って該内燃機関からの動力の少なくとも一部を該駆動軸に出力する対回転子電動機であるものとすることもできる。

#### 【0 0 1 3】

本発明のハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法は、

内燃機関からの動力を用いた走行と電動機からの動力だけによる走行とが可能で該内燃機関をモータリング可能なモータリング手段を備えるハイブリッド自動車において、前記内燃機関の運転を停止して前記電動機からの動力だけで走行している最中における該内燃機関の始動方法であって、

- (a) 車両の運転状態を検出し、
  - (b) 運転者の要求する要求動力を判定し、
  - (c) 前記検出した車両の運転状態と前記判定した要求動力とに基づいて制御開始回転数を設定し、
  - (d) 該設定した制御開始回転数で前記内燃機関が回転するよう前記モータリング手段を駆動制御し、
  - (e) 前記内燃機関の回転数が前記制御開始回転数に至ったときに該内燃機関における燃料噴射と点火とを含む該内燃機関の運転制御を開始すること
- ことを要旨とする。

#### 【0 0 1 4】

この本発明のハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法によれば、車両の運転状態と運転者の要求する要求動力とに基づいて設定された制御開始回転数となるよう内燃機関をモータリングし、内燃機関の回転数が制御開始回転数に至ったときに内燃機関における燃料噴射と点火とを含む内燃機関の運転制御を開始するから、車両の運転状態と運転者が要求する要求動力とに基づいた制御開始回転数で内燃機関を始動することができる。制御開始回転数は内燃機関の運転制御を開始する条件となるから、内燃機関の運転制御を迅速に開始して内燃機関から動力を出力するには制御開始回転数を小さく設定することが好ましい。また、内燃機関の始動時に生じ得る振動は制御開始回転数が小さいほど大きくなる傾向があるから、振動を抑制するためには制御開始回転数を大きく設定することが好ましい。したがって、車両の運転状態と運転者が要求する要求動力とに基づく制御開始回転数で内燃機関の運転制御を開始することにより、運転者が要求する要求動力に迅速に対応すると共に内燃機関の始動時に生じ得る振動を抑制するものとするのであ

#### 【0015】

こうした本発明のハイブリッド自動車における内燃機関の始動方法において、前記ステップ（a）は車両の車速を検出するステップであり、前記ステップ（c）は前記検出した車速が大きいほど小さくなる傾向に且つ前記判定した要求動力が大きいほど小さくなる傾向に前記制御開始回転数を設定するステップであるものとすることもできる。これは、車速が大きいほど振動に対する運転者の感度が低くなる傾向があることや、運転者の要求する要求動力が大きいときほど振動に対する運転者の感度が低くなる傾向があること、要求動力が大きいときほど迅速に内燃機関を始動して動力を出力する必要があることに基づく。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である動力出力装置を搭載したハイブリッド自動車20の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車20は、図示するように、エンジン22と、エンジン22の出力軸としてのクランクシャフト26にダンパ28を介

して接続された 3 軸式の動力分配統合機構 30 と、動力分配統合機構 30 に接続された発電可能なモータ MG1 と、動力分配統合機構 30 に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に取り付けられた減速ギヤ 35 と、この減速ギヤ 35 に接続されたモータ MG2 と、動力出力装置全体をコントロールするハイブリッド用電子制御ユニット 70 とを備える。

#### 【0017】

エンジン 22 は、ガソリンまたは軽油などの炭化水素系の燃料により動力を出力する内燃機関であり、エンジン 22 の運転状態を検出する各種センサから信号を入力するエンジン用電子制御ユニット（以下、エンジン ECU という）24 により燃料噴射制御や点火制御、吸入空気量調節制御などの運転制御を受けている。エンジン ECU 24 は、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 からの制御信号によりエンジン 22 を運転制御すると共に必要に応じてエンジン 22 の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット 70 に出力する。

#### 【0018】

動力分配統合機構 30 は、外歯歯車のサンギヤ 31 と、このサンギヤ 31 と同心円上に配置された内歯歯車のリングギヤ 32 と、サンギヤ 31 に噛合すると共にリングギヤ 32 に噛合する複数のピニオンギヤ 33 と、複数のピニオンギヤ 33 を自転かつ公転自在に保持するキャリア 34 とを備え、サンギヤ 31 とリングギヤ 32 とキャリア 34 とを回転要素として差動作用を行なう遊星歯車機構として構成されている。動力分配統合機構 30 は、キャリア 34 にはエンジン 22 のクランクシャフト 26 が、サンギヤ 31 にはモータ MG1 が、リングギヤ 32 にはリングギヤ軸 32a を介して減速ギヤ 35 がそれぞれ連結されており、モータ MG1 が発電機として機能するときにはキャリア 34 から入力されるエンジン 22 からの動力をサンギヤ 31 側とリングギヤ 32 側にそのギヤ比に応じて分配し、モータ MG1 が電動機として機能するときにはキャリア 34 から入力されるエンジン 22 からの動力とサンギヤ 31 から入力されるモータ MG1 からの動力を統合してリングギヤ 32 側に出力する。リングギヤ 32 に出力された動力は、リングギヤ軸 32a からギヤ機構 60 およびデファレンシャルギヤ 62 を介して、

最終的には車両の駆動輪 63a, 63b に出力される。

#### 【0019】

モータMG1およびモータMG2は、いずれも発電機として駆動することができると共に電動機として駆動できる周知の同期発電電動機として構成されており、インバータ41, 42を介してバッテリー50と電力のやりとりを行なう。インバータ41, 42とバッテリー50とを接続する電力ライン54は、各インバータ41, 42が共用する正極母線および負極母線として構成されており、モータMG1, MG2のいずれかで発電される電力を他のモータで消費することができるようになっている。したがって、バッテリー50は、モータMG1, MG2のいずれかから生じた電力や不足する電力により充放電されることになる。なお、モータMG1, MG2により電力収支のバランスをとるものとすれば、バッテリー50は充放電されない。モータMG1, MG2は、いずれもモータ用電子制御ユニット（以下、モータECUという）40により駆動制御されている。モータECU40には、モータMG1, MG2を駆動制御するために必要な信号、例えばモータMG1, MG2の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ43, 44からの信号や図示しない電流センサにより検出されるモータMG1, MG2に印加される相電流などが入力されており、モータECU40からは、インバータ41, 42へのスイッチング制御信号が出力されている。モータECU40は、ハイブリッド用電子制御ユニット70と通信しており、ハイブリッド用電子制御ユニット70からの制御信号によってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に必要に応じてモータMG1, MG2の運転状態に関するデータをハイブリッド用電子制御ユニット70に出力する。

#### 【0020】

バッテリー50は、バッテリー用電子制御ユニット（以下、バッテリーECUという）52によって管理されている。バッテリーECU52には、バッテリー50を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー50の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧、バッテリー50の出力端子に接続された電力ライン54に取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流、バッテリー50に取り付けられた温度センサ51からの電池温度Tbなどが入力されており、必要に

応じてバッテリー 50 の状態に関するデータを通信によりハイブリッド用電子制御ユニット 70 に出力する。なお、バッテリー ECU 52 では、バッテリー 50 を管理するために電流センサにより検出された充放電電流の積算値に基づいて残容量 (SOC) も演算している。

#### 【0021】

ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、CPU 72 を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPU 72 の他に処理プログラムを記憶する ROM 74 と、データを一時的に記憶する RAM 76 と、図示しない入出力ポートおよび通信ポートとを備える。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 には、イグニッションスイッチ 80 からのイグニッション信号、シフトレバー 81 の操作位置を検出するシフトポジションセンサ 82 からのシフトポジション SP、アクセルペダル 83 の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 84 からのアクセル開度 Acc、ブレーキペダル 85 の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ 86 からのブレーキペダルポジション BP、車速センサ 88 からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。ハイブリッド用電子制御ユニット 70 は、前述したように、エンジン ECU 24 やモータ ECU 40、バッテリー ECU 52 と通信ポートを介して接続されており、エンジン ECU 24 やモータ ECU 40、バッテリー ECU 52 と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

#### 【0022】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 20 は、運転者によるアクセルペダル 83 の踏み込み量に対応するアクセル開度 Acc と車速 V とに基づいて駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力すべき要求トルクを計算し、この要求トルクに対応する要求動力がリングギヤ軸 32a に出力されるように、エンジン 22 とモータ MG1 とモータ MG2 とが運転制御される。エンジン 22 とモータ MG1 とモータ MG2 の運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン 22 から出力されるようにエンジン 22 を運転制御すると共にエンジン 22 から出力される動力のすべてが動力分配統合機構 30 とモータ MG1 とモータ MG2 とによってトルク変換されてリングギヤ軸 32a に出力されるようモータ MG1 お

よびモータMG 2を駆動制御するトルク変換運転モードや要求動力とバッテリー50の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン22から出力されるようにエンジン22を運転制御すると共にバッテリー50の充放電を伴ってエンジン22から出力される動力の全部またはその一部が動力分配統合機構30とモータMG 1とモータMG 2とによるトルク変換を伴って要求動力がリングギヤ軸32aに出力されるようモータMG 1およびモータMG 2を駆動制御する充放電運転モード、エンジン22の運転を停止してモータMG 2からの要求動力に見合う動力をリングギヤ軸32aに出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。

### 【0023】

次に、こうして構成された実施例のハイブリッド自動車20の動作、特にエンジン22の運転を停止してモータMG 2からの要求動力に見合う動力により走行するモータ運転モードで走行している最中にアクセルペダル83が踏み込まれてエンジン22が始動されトルク変換運転モードや充放電運転モードに移行する際のエンジン22の始動時の動作や、逆にトルク変換運転モードや充放電運転モードで走行している最中にブレーキペダル85が踏み込まれてエンジン22の運転が停止されモータ運転モードに移行する際のエンジン22の運転停止時の動作について説明する。まず、エンジン22の始動時の動作について説明し、その後、エンジン22の運転停止時の動作について説明する。

### 【0024】

図2は、モータ運転モードで走行している最中にアクセルペダル83が踏み込まれてエンジン22の始動指示がなされたときにハイブリッド用電子制御ユニット70により実行される始動時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、エンジン22の始動指示がなされたときから所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。始動時制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット70のCPU 72は、まず、アクセルペダルポジションセンサ84からのアクセル開度Accやブレーキペダルポジションセンサ86からのブレーキペダルポジションBP、車速センサ88からの車速V、モータMG 1、MG 2の回転数Nm 1、Nm 2など制御に必要なデータを入力



する処理を実行する（ステップ S100）。ここで、モータ MG1, MG2 の回転数  $Nm1$ ,  $Nm2$  は、回転位置検出センサ 43, 44 により検出されるモータ MG1, MG2 の回転子の回転位置に基づいて計算されたものをモータ ECU40 から通信により入力するものとした。

#### 【0025】

こうしてデータを入力すると、入力したアクセル開度  $Acc$  とブレーキペダルポジション  $BP$  と車速  $V$  とに基づいて車両に要求されるトルクとして駆動輪 63a, 63b に連結された駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力すべき要求トルク  $Tr^*$  と車両が必要としている要求パワー  $P^*$  とを設定する（ステップ S110）。要求トルク  $Tr^*$  は、実施例では、アクセル開度  $Acc$  とブレーキペダルポジション  $BP$  と車速  $V$  と要求トルク  $Tr^*$  との関係を予め定めて要求トルク設定用マップとして ROM74 に記憶しておき、アクセル開度  $Acc$  とブレーキペダルポジション  $BP$  と車速  $V$  とが与えられると記憶したマップから対応する要求トルク  $Tr^*$  を導出して設定するものとした。図3に要求トルク設定用マップの一例を示す。要求パワー  $P^*$  は、設定した要求トルク  $Tr^*$  にリングギヤ軸 32a の回転数  $Nr$  を乗じたものにバッテリー 50 の充放電要求量  $Pb^*$  とロスとを加えたものとして計算することができる。なお、リングギヤ軸 32a の回転数  $Nr$  は、モータ MG2 の回転数  $Nm2$  を減速ギヤ 35 のギヤ比  $Gr$  で割ることによって求めたり、車速  $V$  に換算係数  $k$  を乗じることによって求めることができる。充放電要求量  $Pb^*$  は、バッテリー 50 の残容量（SOC）やアクセル開度  $Acc$  などによって設定することができる。

#### 【0026】

こうして要求トルク  $Tr^*$  と要求パワー  $P^*$  とを設定すると、エンジン 22 を始動する際に用いる回転数設定フラグ  $FS1$  と制御開始フラグ  $FS2$  の値を調べる（ステップ S120）。ここで、回転数設定フラグ  $FS1$  はエンジン 22 の運転制御を開始する際の回転数（後述の制御開始回転数  $Nstart$ ）の設定を行なったときに値 1 がセットされるフラグであり、制御開始フラグ  $FS2$  はエンジン 22 の運転制御を開始したときに値 1 がセットされるフラグである。なお、両フラグともエンジン 22 の始動指示がなされたときに初期値として値 0 がセット

される。

### 【0027】

いま、エンジン 22 の始動指示がなされた直後を考えれば、回転数設定フラグ F S 1 も制御開始フラグ F S 2 も値 0 がセットされているから、ステップ S 1 2 0 では回転数設定フラグ F E 1 も制御停止フラグ F E 2 の値 0 と判定され、要求パワー P \* と車速 V とに基づいてエンジン 22 の運転制御を開始する回転数としての制御開始回転数 N s t a r t を設定すると共に設定した制御開始回転数 N s t a r t に小さな回転数  $\Delta N$  (例えば、50 r p m や 100 r p m など) を加えて制御用回転数 N s e t を設定し (ステップ S 1 3 0)、回転数設定フラグ F S 1 に値 1 をセットする (ステップ S 1 4 0)。制御開始回転数 N s t a r t の設定は、実施例では、要求パワー P \* と車速 V と制御開始回転数 N s t a r t との関係を予め定めて制御開始回転数設定用マップとして R O M 7 4 に記憶しておき、要求パワー P \* と車速 V とが与えられると記憶したマップから対応する制御開始回転数 N s t a r t を導出して行なうものとした。図 4 に制御開始回転数設定用マップの一例を示す。実施例では、図示するように、要求パワー P \* と車速 V とによって定める 3 つの領域に対して  $N S 1 > N S 2 > N S 3$  の関係を有する回転数 N S 1, N S 2, N S 3 を設定するものとした。ここで、実施例では、制御開始回転数 N s t a r t は、要求パワー P \* が大きいほど小さくなる傾向に設定され、且つ、車速 V が大きいほど小さくなる傾向に設定される。これは、エンジン 22 から迅速に動力を出力するためには制御開始回転数 N s t a r t を小さく設定してエンジン 22 を迅速に運転制御することが好ましくエンジン 22 の始動時に生じ得る振動を抑制するためには制御開始回転数 N s t a r t を大きく設定して初爆の振動を抑制することが好ましいことや、車速 V が大きくなるほど振動に対する運転者の感度が低下することに基づく。なお、要求パワー P \* が大きいときに振動の抑制効果に反して迅速にエンジン 22 から動力を出力する必要から小さめの制御開始回転数 N s t a r t を設定するが、要求パワー P \* が大きいときには加速度も大きい場合が多いから、エンジン 22 の始動の際の振動に対する運転者の感度も低くなり、振動の運転者に与える不快感はあまり問題とならない。なお、こうした制御開始回転数 N s t a r t や制御用回転数 N s e t の設定や

回転数設定フラグ  $FS1$  のセットの処理（ステップ  $S130$ ,  $S140$ ）は、エンジン 22 の始動指示がなされた直後にだけ行なわれ、次回このルーチンが実行されたときには、ステップ  $S120$  で回転数設定フラグ  $FS1$  が値 1 であると判定されて、これらの処理は行なわれず、ステップ  $S150$  以降の処理が実行される。したがって、その後の要求パワー  $P^*$  や車速  $V$  が変更されても、エンジン 22 の始動が終了するまでは、制御開始回転数  $N_{start}$  や制御用回転数  $N_{set}$  は設定された値に保持される。

### 【0028】

次に、設定した制御用回転数  $N_{set}$  でエンジン 22 をモータリングするためのモータ  $MG1$  の目標回転数  $N_{m1}^*$  を次式（1）により計算すると共に計算した目標回転数  $N_{m1}^*$  でモータ  $MG1$  が回転するようトルク指令  $T_{m1}^*$  を式（2）により計算する（ステップ  $S150$ ）。ここで、式（1）は動力分配統合機構 30 の回転要素に対する力学的な関係式であり、式（2）はモータ  $MG1$  を目標回転数  $N_{m1}^*$  で回転させるためのフィードバック制御における関係式である。式（1）中、 $\rho$  は動力分配統合機構 30 のギヤ比（サンギヤの歯数／リングギヤの歯数）であり、式（2）中、右辺第 2 項の「 $k_1$ 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 $k_2$ 」は積分項のゲインである。動力分配統合機構 30 の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図を図 5 に示す。図中、左の S 軸はモータ  $MG1$  の回転数  $N_{m1}$  であるサンギヤ 31 の回転数を示し、C 軸はエンジン 22 の回転数  $N_e$  であるキャリア 34 の回転数を示し、R 軸はモータ  $MG2$  の回転数  $N_{m2}$  に減速ギヤ 35 のギヤ比  $G_r$  を乗じたリングギヤ 32 の回転数  $N_r$  を示す。また、図中、実線はエンジン 22 の始動開始時の共線図を示し、破線はエンジン 22 を制御用回転数  $N_{set}$  で回転させるときの共線図を示す。式（1）は、共線図を用いれば容易に導くことができる。いま、エンジン 22 のモータリングを開始するときやモータリングされているエンジン 22 の回転数  $N_e$  が制御開始回転数  $N_{start}$  に至っていないときを考えているから、実線の共線図に示すようにエンジン 22 が停止している状態であったり、実線の共線図から破線の共線図に至る途中の状態である。この状態では、モータ  $MG1$  のトルク指令  $T_{m1}^*$  は、エンジン 22 のフリクショントルクに逆らってエンジ

ン 22 の回転数  $N_e$  を制御用回転数  $N_{set}$  にするよう設定されることになる。  
 ここで、モータ MG1 の目標回転数  $N_{m1*}$  を計算する際に、制御開始回転数  $N_{start}$  を用いずにそれより回転数  $\Delta N$  だけ大きな制御用回転数  $N_{set}$  を用いるのは、エンジン 22 の回転数  $N_e$  を若干ではあるが制御開始回転数  $N_{start}$  より大きな回転数にするためである。なお、R 軸上の 2 つの太線矢印は、モータ MG1 でエンジン 22 をモータリングすることによりリングギヤ軸 32a に作用するトルクと、モータ MG2 から出力されるトルク  $T_{m2*}$  が減速ギヤ 35 を介してリングギヤ軸 32a に作用するトルクとを示す。

【0029】

【数 1】

$$N_{m1*} = N_{set} \cdot (1 + \rho) / \rho - N_{m2} / (Gr \cdot \rho) \quad \dots (1)$$

$$T_{m1*} = \text{前回 } T_{m1*} + k_1(N_{m1*} - N_{m1}) + k_2 \int (N_{m1*} - N_{m1}) dt \quad \dots (2)$$

【0030】

こうしてモータ MG1 の目標回転数  $N_{m1*}$  とトルク指令  $T_{m1*}$  とを計算すると、バッテリー 50 の出力制限  $W_{out}$  と計算したモータ MG1 のトルク指令  $T_{m1*}$  に現在のモータ MG1 の回転数  $N_{m1}$  を乗じて得られるモータ MG1 の消費電力（または発電電力）との偏差をモータ MG2 の回転数  $N_{m2}$  で割ることによりモータ MG2 から出力してもよいトルクの上限としてのトルク制限  $T_{max}$  を次式 (3) により計算すると共に（ステップ S160）、要求トルク  $T_r*$  とトルク指令  $T_{m1*}$  と動力分配統合機構 30 のギヤ比  $\rho$  を用いてモータ MG2 から出力すべきトルクとしての仮モータトルク  $T_{m2tmp}$  を式 (4) により計算し（ステップ S170）、計算したトルク制限  $T_{max}$  と仮モータトルク  $T_{m2tmp}$  とを比較して小さい方をモータ MG2 のトルク指令  $T_{m2*}$  として設定する（ステップ S180）。このようにモータ MG2 のトルク指令  $T_{m2*}$  を設定することにより、モータ MG1 によりエンジン 22 をモータリングすることによってリングギヤ軸 32a に作用するトルクをモータ MG2 から出力されるトルクでキャンセルすると共にリングギヤ軸 32a に出力する要求トルク  $T_r*$  をバッテリー 50 の出力制限の範囲内で制限したトルクとして設定することができる。なお、式 (4) は、前述した図 5 の共線図から容易に導き出すことができる。

## 【0031】

## 【数2】

$$T_{\max} = (W_{\text{out}} - T_{m1} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \cdots (3)$$

$$T_{m2\text{tmp}} = (T_{r*} + T_{m1} / \rho) / G_r \quad \cdots (4)$$

## 【0032】

モータMG1のトルク指令 $T_{m1*}$ やモータMG2のトルク指令 $T_{m2*}$ を設定すると、設定したトルク指令 $T_{m1*}$ とトルク指令 $T_{m2*}$ とをモータECU40に送信し（ステップS190）、エンジン22の回転数 $N_e$ を制御開始回転数 $N_{\text{start}}$ と比較する（ステップS200）。エンジン22の回転数 $N_e$ が制御開始回転数 $N_{\text{start}}$ 未満のときには、これで始動時制御ルーチンを終了する。

## 【0033】

こうしたステップS100～S200までの処理が繰り返し実行され、エンジン22を制御開始回転数 $N_{\text{start}}$ より高い制御用回転数 $N_{\text{set}}$ で回転させるように駆動制御されたモータMG1によるモータリングによりエンジン22の回転数 $N_e$ が制御開始回転数 $N_{\text{start}}$ 以上になると、ステップS200の処理でこれが判定され、エンジン22の燃料噴射制御や点火制御、スロットル開度制御などの運転制御の開始指示がエンジンECU24に送信され（ステップS220）、制御開始フラグFS2に値1をセットする（ステップS230）。エンジン22の運転制御の開始指示を受信したエンジンECU24は、後述するエンジン22の目標回転数 $N_{e*}$ と目標トルク $T_{e*}$ とにより示される運転ポイントでエンジン22が運転されるようエンジン22の運転制御を行なう。

## 【0034】

こうして制御開始フラグFS2に値1がセットされると、ステップS120で回転数設定フラグFS1および制御開始フラグFS2が共に値1であると判定され、設定された要求パワー $P_*$ と前回このルーチンが実行されたときに設定されたエンジン22の目標パワー $P_{e*}$ とに基づいてエンジン22の目標パワー $P_{e*}$ を設定する（ステップS240）。目標パワー $P_{e*}$ は、実施例では、前回の目標パワー $P_{e*}$ が設定された要求パワー $P_*$ に所定の時定数をもって設定され

るようなまし処理を行なって設定するものとした。なお、目標パワー  $P_{e*}$  の初期値には値 0 が設定されている。

### 【0035】

目標パワー  $P_{e*}$  を設定すると、設定した目標パワー  $P_{e*}$  に基づいてエンジン 22 の目標回転数  $N_{e*}$  と目標トルク  $T_{e*}$  とを設定する（ステップ S250）。この設定は、目標パワー  $P_{e*}$  に要求トルク  $T_r*$  が設定されているときには、エンジン 22 を効率よく動作させる動作ラインと目標パワー  $P_{e*}$  とに基づいて目標回転数  $N_{e*}$  と目標トルク  $T_{e*}$  とを設定する。エンジン 22 の動作ラインの一例と目標回転数  $N_{e*}$  と目標トルク  $T_{e*}$  とを設定する様子を図 6 に示す。図示するように、目標回転数  $N_{e*}$  と目標トルク  $T_{e*}$  は、動作ラインと目標パワー  $P_{e*}$  ( $N_{e*} \times T_{e*}$ ) が一定の曲線との交点により求めることができる。

### 【0036】

そして、設定した目標回転数  $N_{e*}$  とリングギヤ軸 32a の回転数  $N_r$  ( $N_{m2}/G_r$ ) と動力分配統合機構 30 のギヤ比  $\rho$  とを用いて次式 (5) によりモータ MG1 の目標回転数  $N_{m1*}$  を計算すると共に計算した目標回転数  $N_{m1*}$  と現在の回転数  $N_{m1}$  とに基づいて上述した式 (2) によりモータ MG1 のトルク指令  $T_{m1*}$  を計算する（ステップ S260）。式 (5) は動力分配統合機構 30 の回転要素に対する力学的な関係式である。エンジン 22 の運転制御を開始した後の動力分配統合機構 30 における共線図を図 7 に示す。図 7 の共線図では、エンジン 22 から目標トルク  $T_{e*}$  が出力されることにより、それがトルク  $T_{er}$  としてリングギヤ 32 に、トルク  $T_{es}$  としてサンギヤ 31 にそれぞれ出力されているのが解る。なお、式 (5) は、この共線図から容易に導き出すことができる。

### 【0037】

#### 【数 3】

$$N_{m1*} = N_{e*} \cdot (1 + \rho) / \rho - N_{m2} / (G_r \cdot \rho) \quad \dots (5)$$

### 【0038】

こうしてモータ MG1 の目標回転数  $N_{m1*}$  とトルク指令  $T_{m1*}$  とを計算す

ると、ステップS160～S180の処理と同様のステップS270～S290の処理によりモータMG2のトルク指令 $T_{m2}^*$ を設定する。これらの処理については上述したので、ここでの説明は省略する。そして、設定したエンジン22の目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とをエンジンECU24に送信すると共にモータMG1のトルク指令 $T_{m1}^*$ とモータMG2のトルク指令 $T_{m2}^*$ とをモータECU40に送信して（ステップS300）、始動時制御ルーチンを終了する。目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とを受信したエンジンECU24は、エンジン22が目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とによって示される運転ポイントで運転されるようにエンジン22における燃料噴射制御や点火制御などの制御を行なう。また、トルク指令 $T_{m1}^*$ とトルク指令 $T_{m2}^*$ とを受信したモータECU40は、トルク指令 $T_{m1}^*$ でモータMG1が駆動されると共にトルク指令 $T_{m2}^*$ でモータMG2が駆動されるようインバータ41, 42のスイッチング素子のスイッチング制御を行なう。

#### 【0039】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20におけるエンジン22の始動時制御によれば、要求パワー $P^*$ が大きいほど小さくなる傾向で制御開始回転数 $N_{start}$ を設定してエンジン22をモータリングし、エンジン22の回転数 $N_e$ が制御開始回転数 $N_{start}$ に至ったときにエンジン22の運転制御を開始するから、運転者がアクセルペダル83を踏み込んで大きな要求パワー $P^*$ が設定されたときには小さい制御開始回転数 $N_{start}$ を設定してエンジン22の運転制御を迅速に開始することによりエンジン22から動力を出力させることができると共に小さな要求パワー $P^*$ が設定されたときには大きい制御開始回転数 $N_{start}$ を設定してエンジン22の運転制御を遅めに開始することによりエンジン22の始動時に生じ得る振動を抑制することができる。また、実施例のハイブリッド自動車20におけるエンジン22の始動時制御によれば、車速 $V$ が大きいほど小さくなる傾向で制御開始回転数 $N_{start}$ を設定してエンジン22をモータリングし、エンジン22の回転数 $N_e$ が制御開始回転数 $N_{start}$ に至ったときにエンジン22の運転制御を開始するから、エンジン22の始動時に生じ得る振動に対する運転者の感度に応じたエンジン22の始動を行なうことが

できる。これらの結果、エンジン 22 の回転数  $N_e$  が要求パワー  $P^*$  と車速  $V$  とに応じた制御開始回転数  $N_{start}$  に至ったときにその選手制御を開始することにより、運転者が要求する要求トルク  $T_r^*$  に対して迅速に対応することができると共にエンジン 22 の始動時に生じ得る振動を抑制することができる。

#### 【0040】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、エンジン 22 の目標パワー  $P_{e^*}$  をなまし処理により設定するものとしたが、レート処理により設定するなど種々の処理により設定するものとしてもよい。また、目標パワー  $P_{e^*}$  の初期値として値 0 を用いるものとしたが、所定のパワーを用いるものとしてもよい。

#### 【0041】

次に、トルク変換運転モードや充放電運転モードで走行している最中にブレーキペダル 85 が踏み込まれてエンジン 22 の運転を停止してモータ運転モードに移行する際のエンジン 22 の運転停止時の動作について説明する。図 8 は、エンジン 22 の運転停止指示がなされたときにハイブリッド用電子制御ユニット 70 により実行される停止時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、エンジン 22 の運転停止指示がなされたときから所定時間毎（例えば、8 msec 毎）に繰り返し実行される。

#### 【0042】

停止時制御ルーチンが実行されると、ハイブリッド用電子制御ユニット 70 の CPU 72 は、まず、アクセルペダルポジションセンサ 84 からのアクセル開度  $A_{cc}$  やブレーキペダルポジションセンサ 86 からのブレーキペダルポジション  $B_P$ 、車速センサ 88 からの車速  $V$ 、モータ MG1、MG2 の回転数  $N_{m1}$ 、 $N_{m2}$  など制御に必要なデータを入力し（ステップ S400）、入力したアクセル開度  $A_{cc}$  とブレーキペダルポジション  $B_P$  と車速  $V$  とに基づいて車両に要求されるトルクとして駆動輪 63a、63b に連結された駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力すべき要求トルク  $T_r^*$  と車両が必要としている要求パワー  $P^*$  とを設定する（ステップ S410）。これらの処理は図 2 の始動時制御ルーチンのステップ S100、S110 と同一である。

#### 【0043】



続いて、エンジン 22 の運転を停止する際に用いる回転数設定フラグ F E 1 と制御停止フラグ F E 2 の値を調べる（ステップ S 4 2 0）。ここで、回転数設定フラグ F E 1 はエンジン 22 の運転制御を停止する際の回転数（後述の制御停止回転数 N s t o p）の設定を行なったときに値 1 がセットされるフラグであり、制御停止フラグ F E 2 はエンジン 22 の運転制御を停止したときに値 1 がセットされるフラグである。なお、両フラグともエンジン 22 の運転停止指示がなされたときに初期値として値 0 がセットされる。

#### 【0044】

いま、エンジン 22 の運転停止指示がなされた直後を考えれば、回転数設定フラグ F E 1 も制御停止フラグ F E 2 も値 0 がセットされているから、ステップ S 4 2 0 では回転数設定フラグ F E 1 も制御停止フラグ F E 2 の値 0 と判定され、要求トルク T r \* と車速 V とに基づいてエンジン 22 の運転制御を停止する回転数としての制御停止回転数 N s t o p を設定すると共に設定した制御停止回転数 N s t o p から小さな回転数  $\Delta N$ （例えば、50 r p m や 100 r p m など）を減じた制御用回転数 N s e t を設定し（ステップ S 4 3 0）、回転数設定フラグ F E 1 に値 1 をセットすると共に（ステップ S 4 4 0）、エンジン 22 の運転停止時の制御の開始指示をエンジン E C U 2 4 に送信する（ステップ S 4 5 0）。制御停止回転数 N s t o p の設定は、実施例では、要求トルク T r \* と車速 V と制御停止回転数 N s t o p との関係を予め定めて制御停止回転数設定用マップとして R O M 7 4 に記憶しておき、要求トルク T r \* と車速 V とが与えられると記憶したマップから対応する制御停止回転数 N s t o p を導出して行なうものとした。図 9 に制御開始回転数設定用マップの一例を示す。実施例では、図示するように、要求トルク T r \* と車速 V とによって定める 3 つの領域に対して N E 1 > N E 2 > N E 3 の関係を有する回転数 N E 1, N E 2, N E 3 を設定するものとした。ここで、実施例では、制御停止回転数 N s t o p は、要求トルク T r \* の絶対値が小さいほど大きくなる傾向に設定され、且つ、車速 V が大きいほど小さくなる傾向に設定される。要求トルク T r \* は、運転者が駆動軸としてのリングギヤ軸 3 2 a に要求するトルクであるから、ブレーキペダル 8 5 が踏み込まれたときには運転者が要求する減速加速度として考えることができる。したがって、

実施例では、制御停止回転数  $N_{stop}$  は、減速加速度の絶対値が小さいほど大きくなる傾向に設定されることになる。減速加速度の絶対値が大きいときには、エンジン 22 を迅速に運転停止する必要から、制御停止回転数  $N_{stop}$  を小さく設定してエンジン 22 の回転数  $N_e$  を迅速に小さくするのである。このとき、運転者は大きな制動力を要求しているから、エンジン 22 の運転を停止する際に生じ得る振動に対しては感度が低くなっているから、振動の運転者に与える不快感はあまり問題とならない。制御停止回転数  $N_{stop}$  を車速  $V$  が大きいほど小さくなる傾向に設定するのは、車速  $V$  が大きいほど振動に対する運転者の感度は低くなるから、迅速にエンジン 22 の回転数  $N_e$  を小さくしてエンジン 22 の運転制御を停止しても、その振動に対する影響は小さくなるからである。エンジン 22 の運転停止時の制御は、実施例では、エンジン 22 からトルクが出力されない程度にエンジン 22 を運転する制御とした。なお、こうした制御停止回転数  $N_{stop}$  や制御用回転数  $N_{set}$  の設定や回転数設定フラグ  $FE1$  のセット、エンジン 22 の停止制御の開始の処理（ステップ  $S430 \sim S450$ ）は、エンジン 22 の運転停止指示がなされた直後にだけ行なわれ、次回このルーチンが実行されたときには、ステップ  $S420$  で回転数設定フラグ  $FE1$  が値 1 であると判定されて、これらの処理は行なわれず、ステップ  $S460$  以降の処理が実行される。したがって、その後の要求トルク  $T_r^*$  や車速  $V$  が変更されても、エンジン 22 の運転停止が終了するまでは、制御停止回転数  $N_{stop}$  や制御用回転数  $N_{set}$  は設定された値に保持される。

#### 【0045】

次に、設定した制御用回転数  $N_{set}$  でエンジン 22 が回転するようモータ  $MG1$  の目標回転数  $N_{m1}^*$  を上述した式（1）により計算すると共に計算した目標回転数  $N_{m1}^*$  でモータ  $MG1$  が回転するようトルク指令  $T_{m1}^*$  を式（2）により計算する（ステップ  $S460$ ）。続いて、バッテリー 50 の入力制限  $W_{in}$  と計算したモータ  $MG1$  のトルク指令  $T_{m1}^*$  に現在のモータ  $MG1$  の回転数  $N_{m1}$  を乗じて得られるモータ  $MG1$  の消費電力（または発電電力）との和をモータ  $MG2$  の回転数  $N_{m2}$  で割ることによりモータ  $MG2$  から出力してもよいトルクの下限としてのトルク制限  $T_{min}$  を次式（6）により計算すると共に（ステ

ップS470)、要求トルク $T_{r*}$ とトルク指令 $T_{m1*}$ と動力分配統合機構30のギヤ比 $\rho$ を用いてモータMG2から出力すべきトルクとしての仮モータトルク $T_{m2tmp}$ を上述の式(4)により計算し(ステップS480)、計算したトルク制限 $T_{min}$ と仮モータトルク $T_{m2tmp}$ とを比較して大きい方をモータMG2のトルク指令 $T_{m2*}$ として設定する(ステップS590)。このようにモータMG2のトルク指令 $T_{m2*}$ を設定することにより、モータMG1によりエンジン22の回転数を調整することによってリングギヤ軸32aに作用するトルクをモータMG2から出力されるトルクでキャンセルすると共にリングギヤ軸32aに出力する要求トルク $T_{r*}$ をバッテリー50の入力制限の範囲内で制限したトルクとして設定することができる。

【0046】

【数4】

$$T_{min} = (W_{in} + T_{m1*} \cdot N_{m1}) / N_{m2} \quad \dots (6)$$

【0047】

そして、モータMG1のトルク指令 $T_{m1*}$ とモータMG2のトルク指令 $T_{m2*}$ とをモータECU40に送信し(ステップS500)、エンジン22の回転数 $N_e$ を制御停止回転数 $N_{stop}$ と比較する(ステップS510)。エンジン22の回転数 $N_e$ が制御停止回転数 $N_{stop}$ より大きいときには、これで停止時制御ルーチンを終了する。

【0048】

こうしたステップS400～S510までの処理が繰り返し実行され、エンジン22を制御停止回転数 $N_{stop}$ より低い制御用回転数 $N_{set}$ で回転させるようにモータMG1を駆動制御することによりエンジン22の回転数 $N_e$ が制御停止回転数 $N_{stop}$ 以下になると、ステップS510の処理でこれが判定され、エンジン22の燃料噴射制御や点火制御、スロットル開度制御などの運転制御の停止指示がエンジンECU24に送信されると共にモータMG1のトルク指令 $T_{m1*}$ に値0が設定され(ステップS520)、制御停止フラグ $FE2$ に値1をセットする(ステップS530)。エンジン22の運転制御の停止指示を受信したエンジンECU24は、燃料噴射制御や点火制御、スロットル開度制御など

の角制御を停止する。また、これ以降、モータ ECU40 はモータ MG1 からトルクが出力されないようモータ MG1 の制御を行なう。

#### 【0049】

こうして制御停止フラグ FE2 に値 1 がセットされると、ステップ S420 で回転数設定フラグ FE1 および制御開始フラグ FE2 が共に値 1 であると判定され、次式 (7) および式 (8) に示しように、バッテリー 50 の入力制限  $W_{in}$  をモータ MG2 の回転数  $N_{m2}$  で除してトルク制限  $T_{min}$  を計算すると共に (ステップ S540)、要求トルク  $T_r^*$  を減速ギヤ 35 のギヤ比  $G_r$  で除して仮モータトルク  $T_{m2tmp}$  を計算し (ステップ S550)、計算したトルク制限  $T_{max}$  と仮モータトルク  $T_{m2tmp}$  とを比較して大きい方をモータ MG2 のトルク指令  $T_{m2}^*$  として設定すると共に (ステップ S560)、設定したモータ MG2\* をモータ ECU40 に送信する (ステップ S570)。トルク指令  $T_{m2}^*$  を受信したモータ ECU40 の動作については説明した。

#### 【0050】

##### 【数 5】

$$T_{min} = W_{in} / N_{m2} \quad \dots (7)$$

$$T_{m2tmp} = T_r^* / G_r \quad \dots (8)$$

#### 【0051】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車 20 におけるエンジン 22 の運転停止時制御によれば、要求トルク  $T_r^*$  の絶対値、即ち減速加速度の絶対値が小さいほど大きくなる傾向で制御停止回転数  $N_{stop}$  を設定してエンジン 22 の回転数  $N_e$  を低下させ、エンジン 22 の回転数  $N_e$  が制御停止回転数  $N_{stop}$  に至ったときにエンジン 22 の運転制御を停止するから、運転者がブレーキペダル 85 を踏み込んで制動力として絶対値が大きな要求トルク  $T_r^*$  が設定されて絶対値が大きな減速加速度が設定されたときには小さい制御停止回転数  $N_{stop}$  を設定してエンジン 22 の回転数  $N_e$  を迅速に小さくすることによりエンジン 22 を迅速に運転停止することができると共に絶対値が小さな要求トルク  $T_r^*$  が設定されたときには大きい制御停止回転数  $N_{stop}$  を設定してエンジン 22 の運転制御を停止することによりエンジン 22 の運転停止時に生じ得る振動を抑制

することができる。また、実施例のハイブリッド自動車 20 におけるエンジン 22 の運転停止時制御によれば、車速  $V$  が大きいほど小さくなる傾向で制御停止回転数  $N_{stop}$  を設定してエンジン 22 の回転数  $N_e$  を低下させ、エンジン 22 の回転数  $N_e$  が制御停止回転数  $N_{stop}$  に至ったときにエンジン 22 の運転制御を停止するから、エンジン 22 の運転停止時に生じ得る振動に対する運転者の感度に応じたエンジン 22 の運転停止を行なうことができる。これらの結果、エンジン 22 の回転数  $N_e$  が要求トルク  $T_r^*$  (減速加速度) と車速  $V$  とに応じた制御停止回転数  $N_{stop}$  に至ったときにその選手制御を停止することにより、運転者が要求する要求トルク  $T_r^*$  に対して迅速に対応することができると共にエンジン 22 の運転停止時に生じ得る振動を抑制することができる。

#### 【0052】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、エンジン 22 の回転数  $N_e$  が制御停止回転数  $N_{stop}$  に至るまでは値 0 のトルクとなるようにエンジン 22 を運転制御するものとしたが、エンジン 22 から出力するトルクは如何なる値であっても差し支えない。

#### 【0053】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、モータ MG 2 の動力を減速ギヤ 35 により変速してリングギヤ軸 32a に出力するものとしたが、図 10 の変形例のハイブリッド自動車 120 に例示するように、モータ MG 2 の動力をリングギヤ軸 32a が接続された車軸 (駆動輪 63a, 63b が接続された車軸) とは異なる車軸 (図 10 における車輪 64a, 64b に接続された車軸) に出力するものとしてもよい。

#### 【0054】

実施例のハイブリッド自動車 20 では、エンジン 22 の動力を動力分配統合機構 30 を介して駆動輪 63a, 63b に接続された駆動軸としてのリングギヤ軸 32a に出力するものとしたが、図 11 の変形例のハイブリッド自動車 220 に例示するように、エンジン 22 のクランクシャフト 26 に接続されたインナーロータ 232 と駆動輪 63a, 63b に動力を出力する駆動軸に接続されたアウトロータ 234 とを有し、エンジン 22 の動力の一部を駆動軸に伝達すると共に

残余の動力を電力に変換する対ロータ電動機 230 を備えるものとしてもよい。

【0055】

以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である動力出力装置を搭載したハイブリッド自動車 20 の構成の概略を示す構成図である。

【図2】 実施例のハイブリッド用電子制御ユニット 70 により実行される始動時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図3】 要求トルク設定用マップの一例を示す説明図である。

【図4】 制御開始回転数設定用マップの一例を示す説明図である。

【図5】 エンジン 22 のモータリングを開始する際の動力分配統合機構 30 の回転要素を力学的に説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図6】 エンジン 22 の動作ラインの一例と目標回転数  $N_{e*}$  および目標トルク  $T_{e*}$  を設定する様子を示す説明図である。

【図7】 エンジン 22 の運転制御を開始したときの動力分配統合機構 30 の回転要素を力学的に説明するための共線図の一例を示す説明図である。

【図8】 実施例のハイブリッド用電子制御ユニット 70 により実行される停止時制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図9】 制御停止回転数設定用マップの一例を示す説明図である。

【図10】 変形例のハイブリッド自動車 120 の構成の概略を示す構成図である。

【図11】 変形例のハイブリッド自動車 220 の構成の概略を示す構成図である。

【符号の説明】

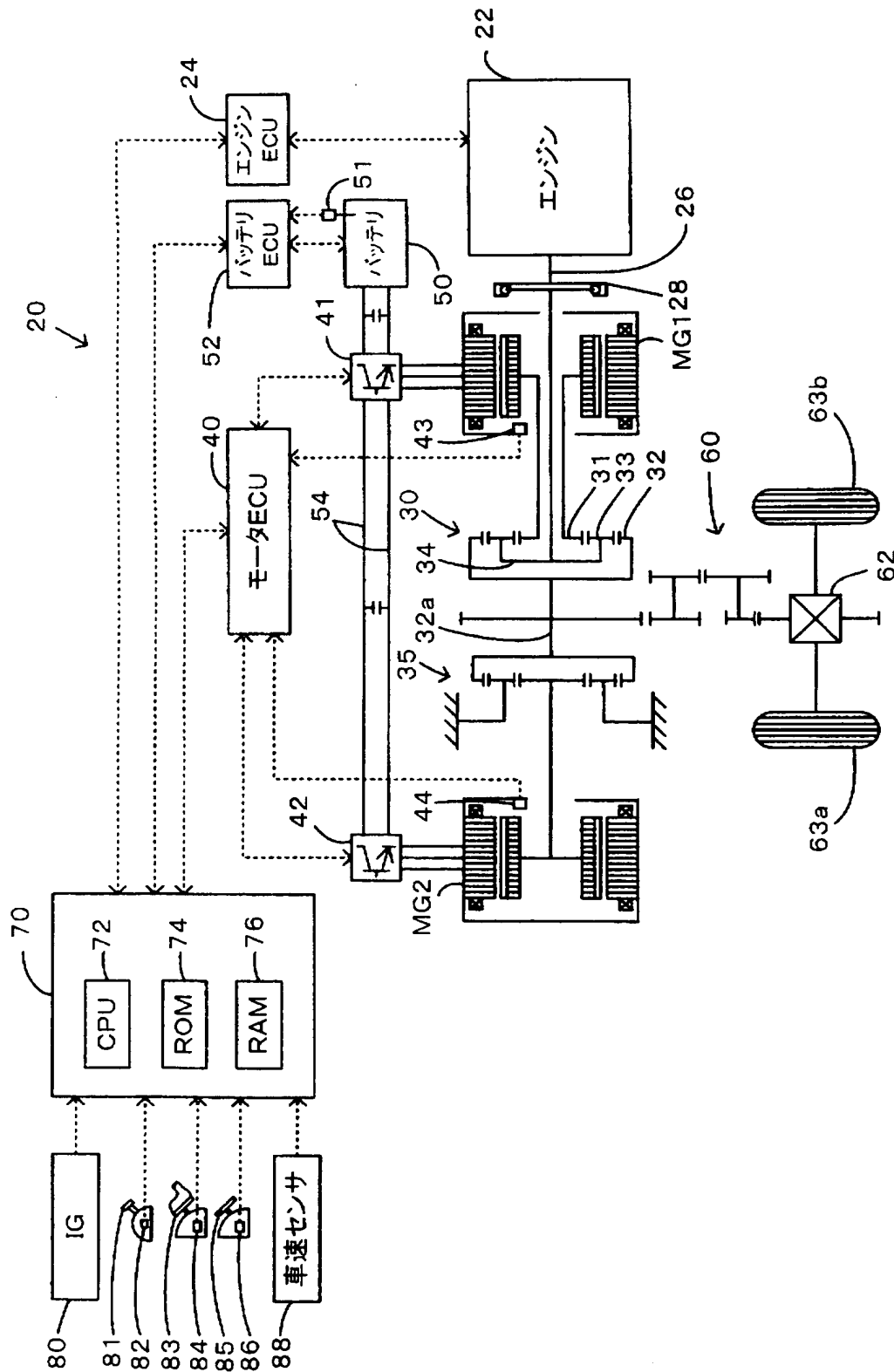
20, 120, 220 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット（エンジン ECU）、26 クランクシャフト、28 ダンパ、30 動力分配統合機構、31 サンギヤ、32 リングギヤ、32a

リングギヤ軸、33 ピニオンギヤ、34 キャリア、35, 135 減速ギヤ、40 モータ用電子制御ユニット（モータ ECU）、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、51 温度センサ、52 バッテリ用電子制御ユニット（バッテリ ECU）、54 電力ライン、60 ギヤ機構、62 デファレンシャルギヤ、63a, 63b, 64a, 64b 駆動輪、70 ハイブリッド用電子制御ユニット、72 CPU、74 ROM、76 RAM、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、230 対ロータ電動機、232 インナーロータ 234 アウターロータ、MG1, MG2 モータ。

【書類名】

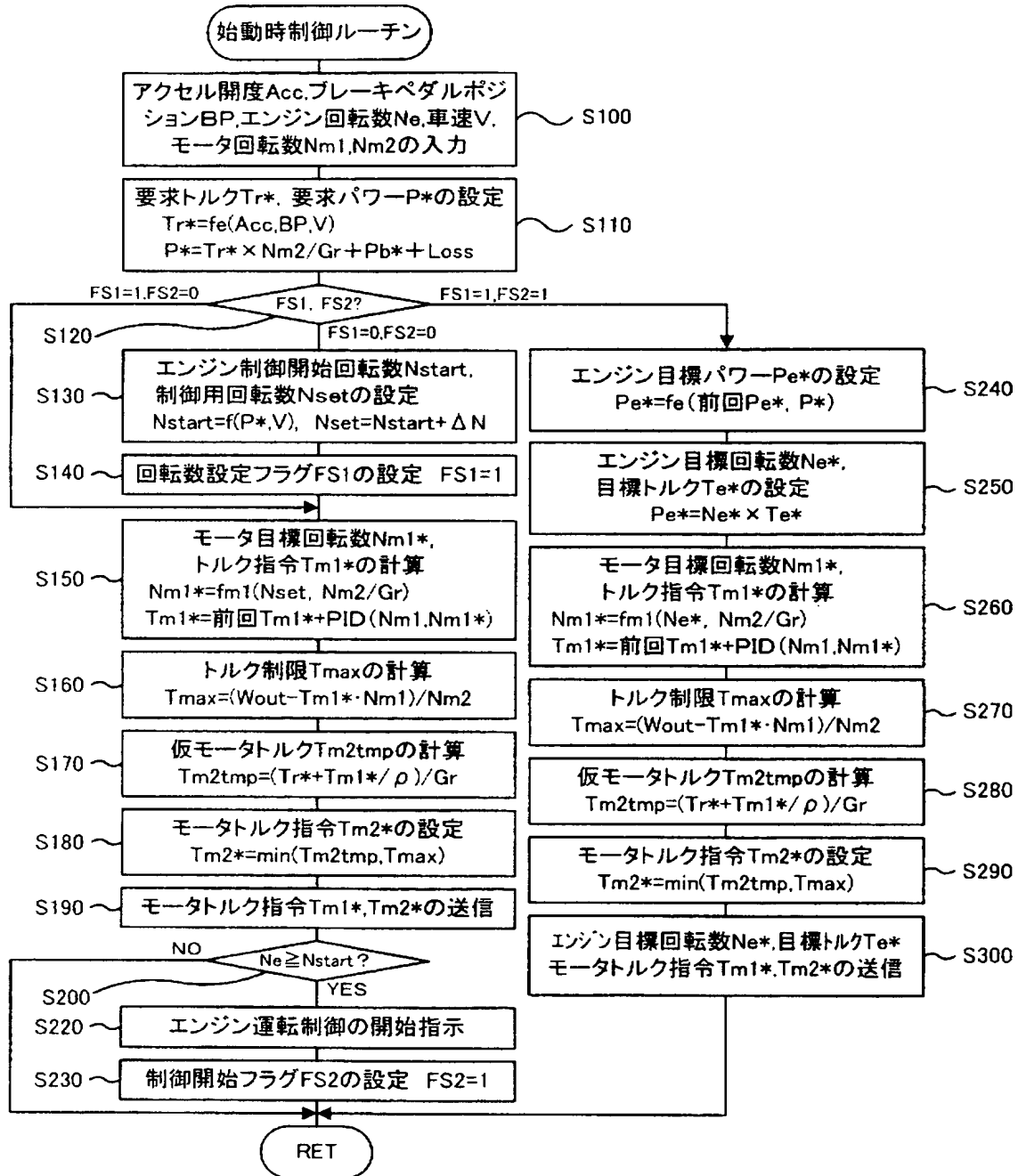
図面

【図 1】

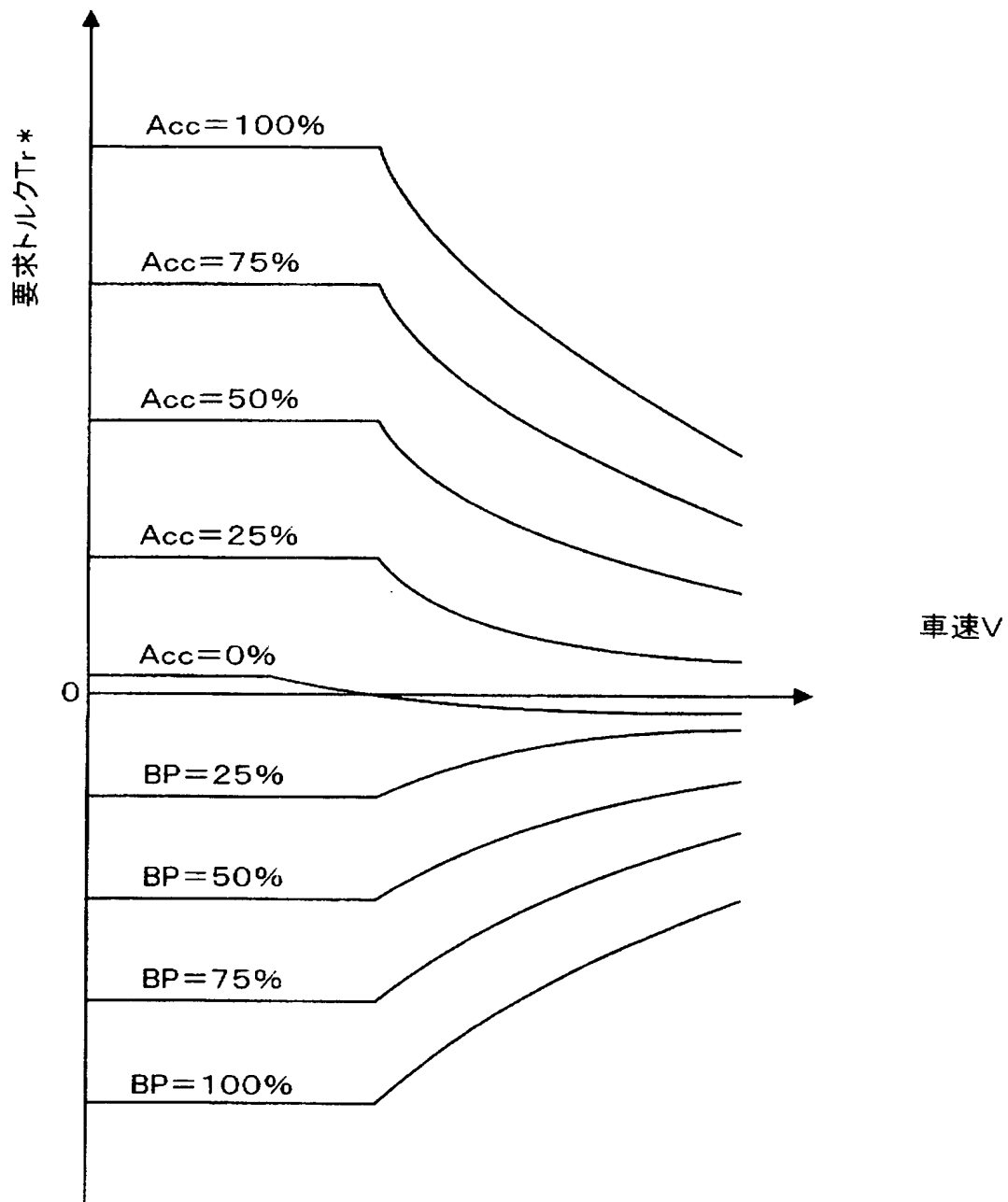




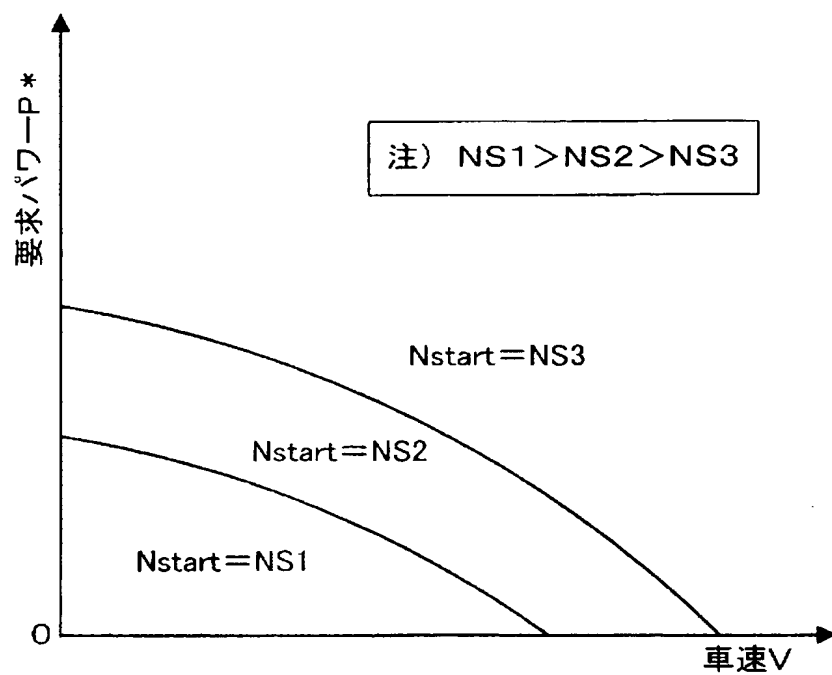
【図 2】



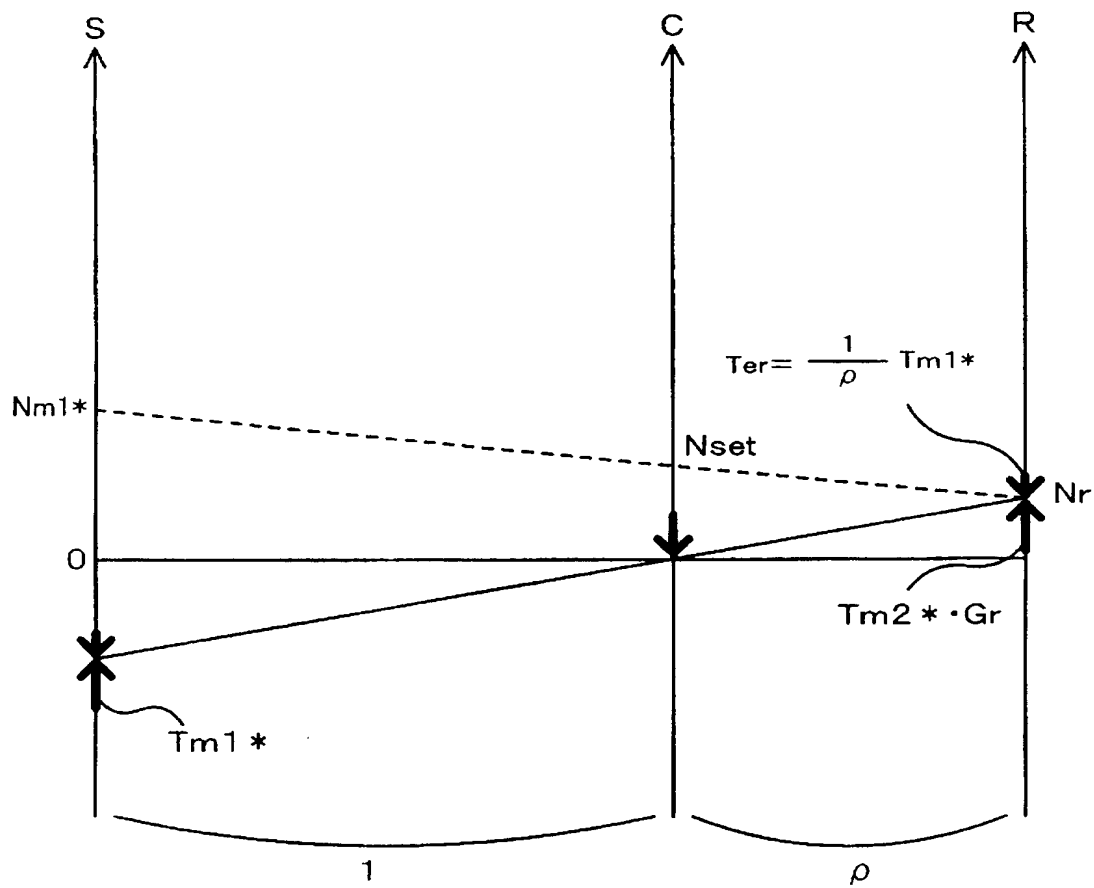
【図 3】



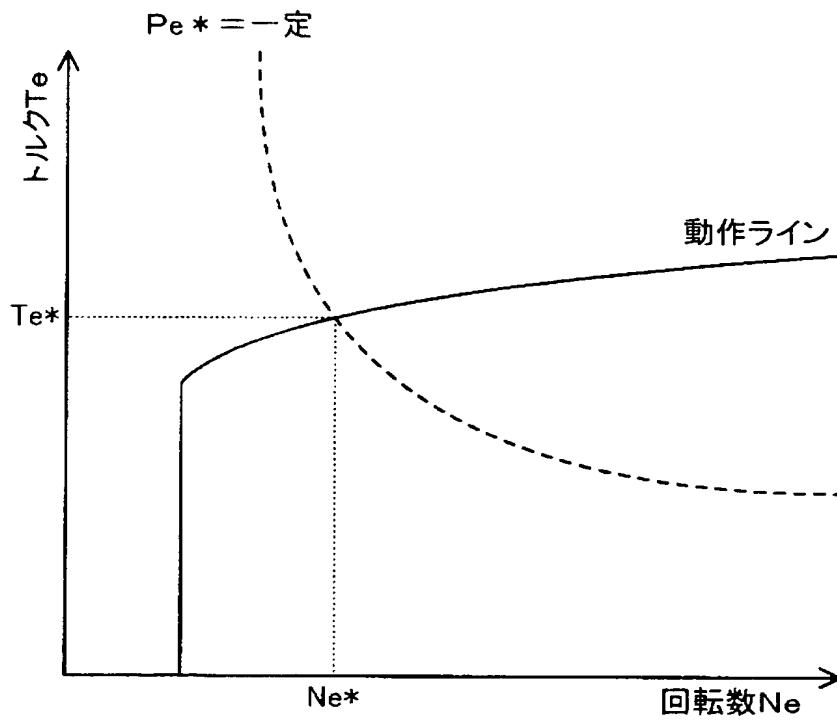
【図 4】



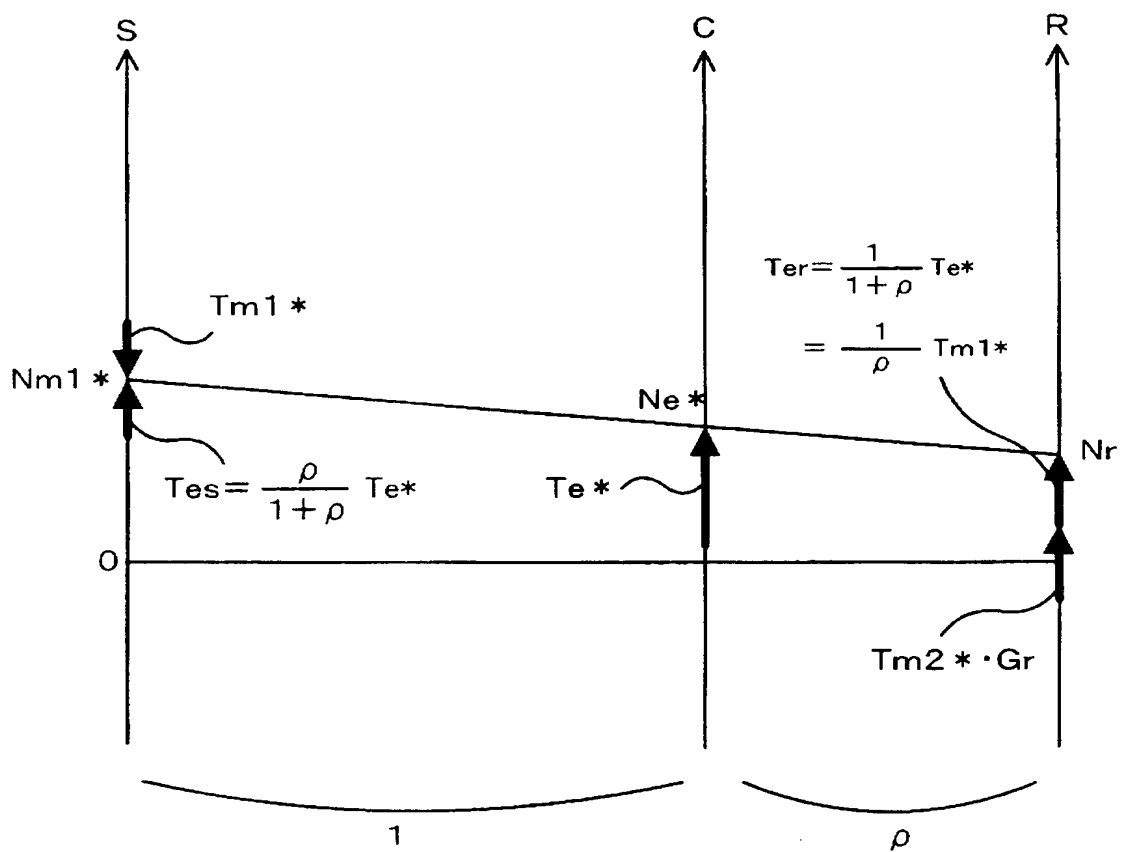
【図 5】



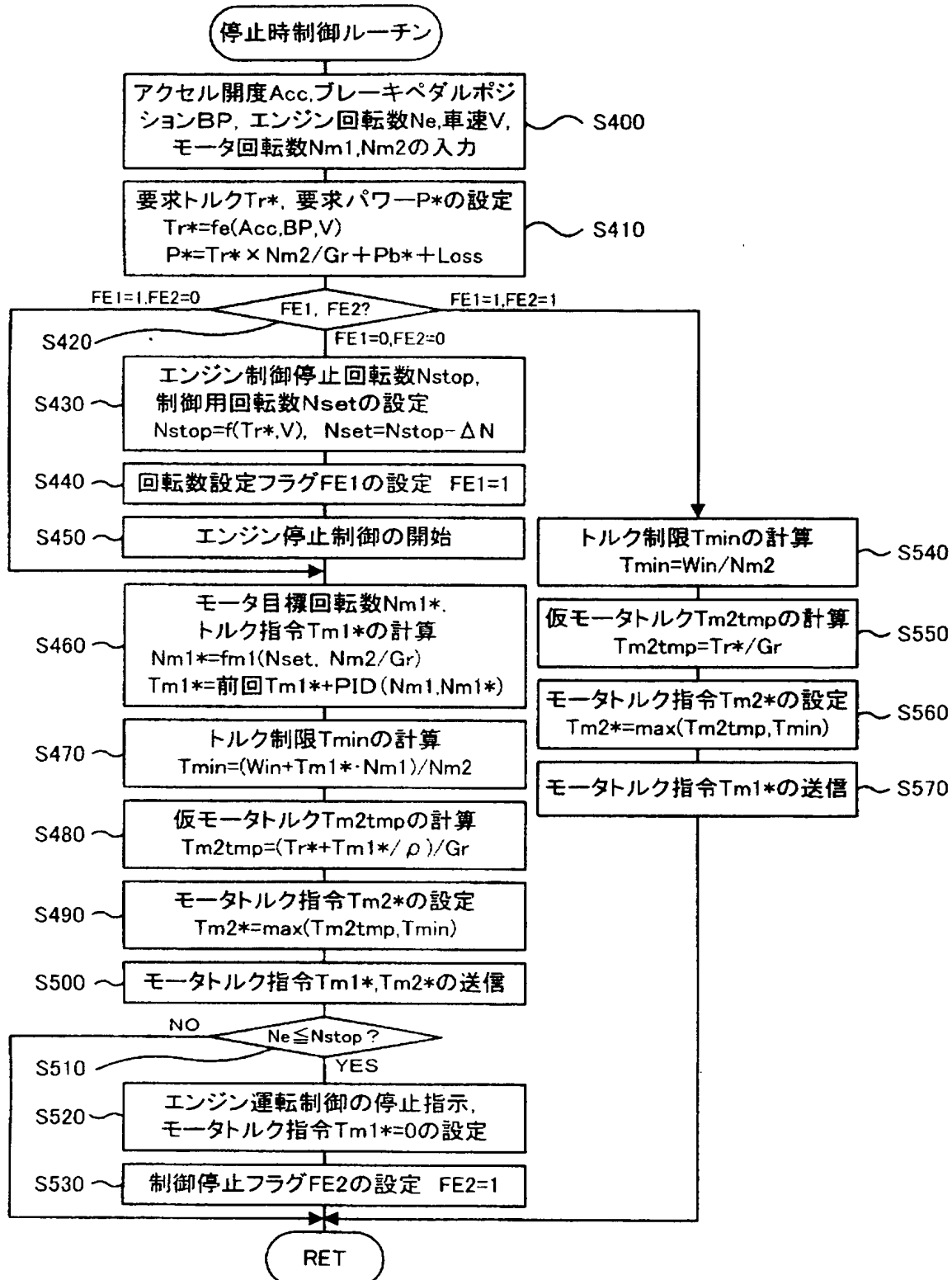
【図 6】



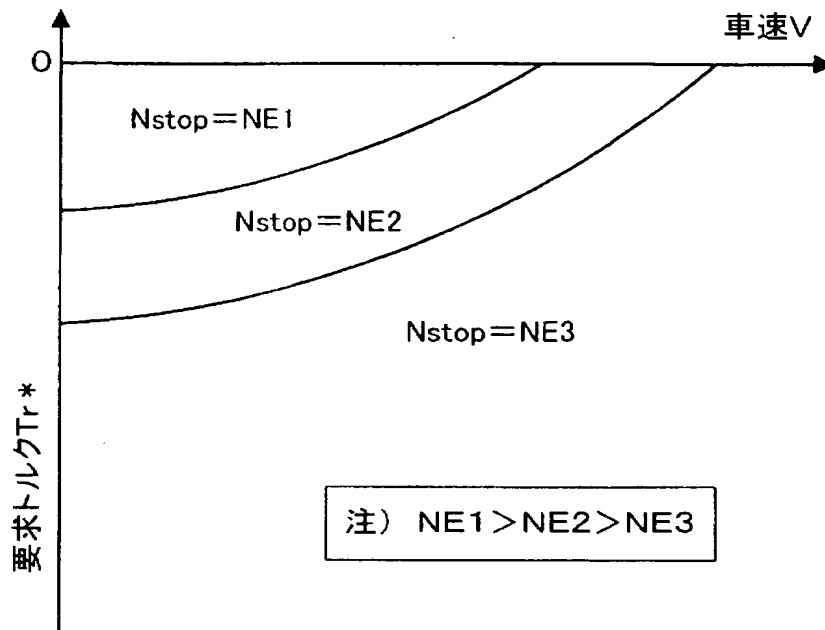
【図 7】



【図 8】

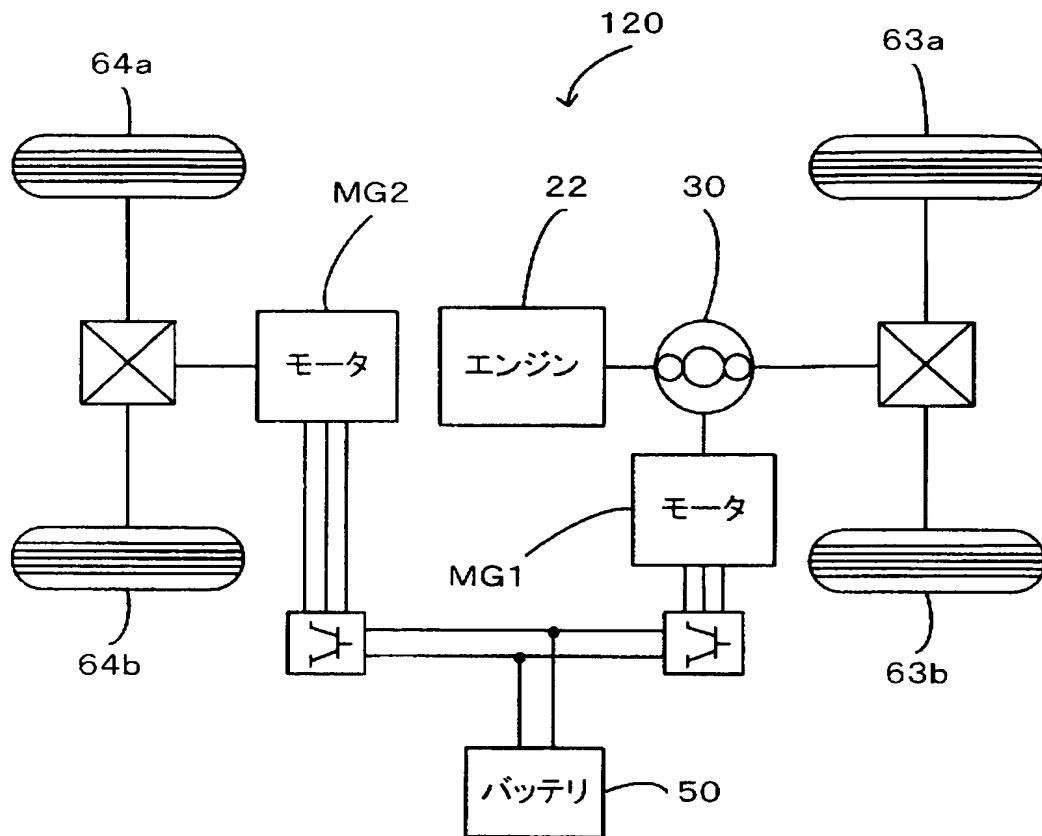


【図 9】





【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 運転者の要求する要求動力に迅速に対応すると共に内燃機関の始動時に生じ得る振動を抑制する。

【解決手段】 運転者が要求する要求パワー  $P^*$  が大きいほど小さくなる傾向に車速  $V$  が大きいほど小さくなる傾向に制御開始回転数  $N_{start}$  を設定し (S130)、エンジン 22 をモータリングし (S150～S190)、エンジンの回転数  $N_e$  が制御開始回転数  $N_{start}$  に至ったときにエンジンの運転制御を開始する (S220)。エンジンから迅速に動力を出力するには制御開始回転数  $N_{start}$  を小さく設定してエンジンを迅速に運転制御するのが好ましくエンジンの始動時に生じ得る振動を抑制するには制御開始回転数  $N_{start}$  を大きく設定して初爆の振動を抑制することが好ましいことや、車速  $V$  が大きくなるほど振動に対する運転者の感度は低下することに基づく。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 9 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社